

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-59306

(P2000-59306A)

(43)公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51)Int.Cl.  
H 04 B 10/08  
3/46

10/17  
10/16

識別記号

F I  
H 04 B 9/00  
3/46

9/00

テマコト(参考)  
K 5 K 0 0 2  
F 5 K 0 4 2

D  
J

審査請求 有 請求項の数18 FD (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-242602

(22)出願日 平成10年8月14日 (1998.8.14)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 横山 隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 山下 修司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(74)代理人 100093780

弁理士 高橋 友二

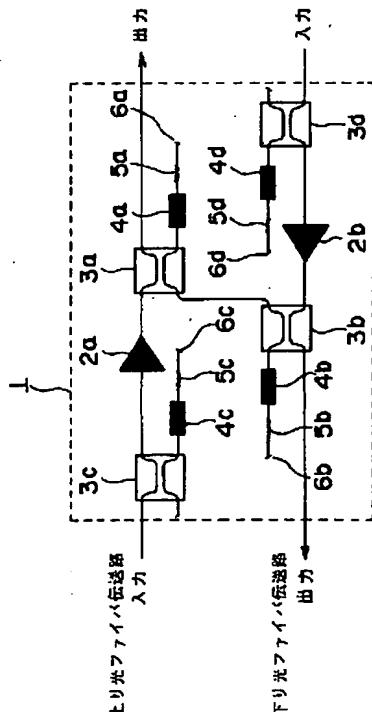
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光増幅中継器

(57)【要約】

【課題】光増幅中継器で監視信号光を対向回線に転送し、伝送路の監視を行う場合、監視信号光と同時に主信号光が転送され、対向回線の主信号光の特性劣化を来すことがある。これを防止する。

【解決手段】波長選択性の尖鋭な光グレーティングで監視信号光だけを反射させ、この反射した監視信号光を対向回線上に転送するようにした。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、

前記転送手段は、前記第1の光増幅器の出力側に挿入された第1の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の出力側に挿入された第2の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器出力側転送手段を備えたことを特徴とする光増幅中継器。

【請求項2】 請求項1記載の光増幅中継器において、前記第1の光反射手段は上り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第2の光反射手段は下り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第1の光増幅器と前記第1の光反射手段の間に第1の光カプラが挿入され、前記第2の光増幅器と前記第2の光反射手段の間に第2の光カプラが挿入され、前記第1の光反射手段で反射された監視信号光は前記第1の光カプラでその2次側伝送路に分岐されて、前記第1の光カプラの2次側伝送路と前記第2の光カプラの2次側伝送路とを接続する光伝送路を介して前記第2の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第2の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第2の光反射手段で反射された監視信号光は前記第2の光カプラでその2次側伝送路に分岐されて、前記第1の光カプラの2次側伝送路と前記第2の光カプラの2次側伝送路とを接続する光伝送路を介して前記第1の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第1の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項3】 請求項1記載の光増幅中継器において、前記第1の光反射手段は前記第1の光増幅器の出力側に設けられる第1の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第2の光反射手段は前記第2の光増幅器の出力側に設けられる第2の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第1の光反射手段で反射された監視信号光は前記第1の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第2の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第2の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第2の光反射手段で反射された監視信号光は前記第2の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラ

の2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第1の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第1の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項4】 上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、

前記転送手段は、前記第1の光増幅器の入力側に挿入された第3の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の入力側に挿入された第4の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器入力側転送手段を備えたことを特徴とする光増幅中継器。

【請求項5】 請求項4記載の光増幅中継器において、前記第3の光反射手段は上り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第4の光反射手段は下り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第3の光反射手段で反射された監視信号光は1段前段（上り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して下り方向光ファイバ伝送路に転送され、前記第4の光反射手段で反射された監視信号光は1段前段（下り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して上り方向光ファイバ伝送路に転送されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項6】 請求項4記載の光増幅中継器において、前記第3の光反射手段は前記第1の光増幅器の入力側に設けられる第3の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第4の光反射手段は前記第2の光増幅器の入力側に設けられる第4の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第3の光反射手段で反射された前記第3の光カプラで前記上り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（上り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して下り方向光ファイバ伝送路に転送され、前記第4の光反射手段で反射された前記第4の光カプラで前記下り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（下り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して上り方向光ファイバ伝送路に転送されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 7】 上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、

前記転送手段は、前記第1の光増幅器の出力側に插入された第1の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の出力側に挿入された第2の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器出力側転送手段と、

前記第1の光増幅器の入力側に挿入された第3の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の入力側に挿入された第4の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器入力側転送手段、

を備えたことを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 8】 請求項7記載の光増幅中継器において、前記第1の光反射手段は前記第1の光増幅器の出力側に設けられる第1の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第2の光反射手段は前記第2の光増幅器の出力側に設けられる第2の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第1の光反射手段で反射された監視信号光は前記第1の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第2の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第2の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第2の光反射手段で反射された監視信号光は前記第2の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第1の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第1の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第3の光反射手段は前記第1の光増幅器の入力側に設けられる第3の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第4の光反射手段は前記第2の光増幅器の入力側に設けられる第4の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第3の光反射手段で反射され前記第3の光カプラで前記上り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（上り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して下り方向光ファイ

バ伝送路に転送され、前記第4の光反射手段で反射され前記第4の光カプラで前記下り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（下り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して上り方向光ファイバ伝送路に転送されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 9】 上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、

前記転送手段は、

前記第1の光増幅器の出力側に設けられる第1の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第1の光反射手段、

前記第2の光増幅器の出力側に設けられる第2の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第2の光反射手段、

前記第1の光増幅器の入力側に設けられる第3の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第3の光反射手段、

前記第2の光増幅器の入力側に設けられる第4の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第4の光反射手段、

前記第4の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路、

前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第3の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路、

を備えた光増幅中継器。

【請求項 10】 請求項1、4、7、又は9記載の光増幅中継器において、

前記各光反射手段は光グレーティングで構成されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 11】 請求項10記載の光増幅中継器において、

前記各光グレーティングは光ファイバグレーティングで構成されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 12】 請求項10記載の光増幅中継器において、

前記各光グレーティングは光導波路グレーティングで構成されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項 13】 請求項10記載の光増幅中継器において、

前記各光グレーティングが光カプラの2次側伝送路に接続されるとき、光減衰器と直列に接続され、他端は無反射終端部で終端されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項14】 請求項10記載の光増幅中継器において、

前記各光グレーティングの一部又は全部が反射波長の異なる複数の光グレーティングの縦続により構成されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項15】 請求項7又は9記載の光増幅中継器において、

前記第1の光反射手段の反射波長と前記第3の光反射手段の反射波長、及び前記第2の光反射手段の反射波長と前記第4の光反射手段の反射波長は互いに異なるよう設定されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項16】 請求項1、4、7、又は9記載の光増幅中継器において、

前記第1の光反射手段の反射波長は前記第2の光反射手段の反射波長と異なるよう設定されることを特徴とする光増幅中継器。

【請求項17】 請求項2、3、5、6、8又は9記載の光増幅中継器において、

前記各光カプラはその1次側伝送路は前記上り（又は下り）光ファイバ伝送路に直列に挿入され、1次側伝送路を伝送される光が2次側伝送路に結合して分岐し、2次側伝送路で接続先のないポートは無反射終端部で終端され、2次側伝送路を伝送される光が1次側伝送路に結合して分岐することを特徴とする光増幅中継器。

【請求項18】 請求項1、4、7、又は9記載の光増幅中継器において、

前記監視信号光は適宜の変調を受けた被変調光であることを特徴とする光増幅中継器。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光伝送路における光信号の減衰を補償し、且つ光伝送路を監視するため、光伝送路に挿入される光増幅中継器に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】本発明の先行技術としては、例えば特開平6-204949号公報で開示された「光伝送システム」と題する発明（以下、文献1という）がある。図8は文献1の構成を示すブロック図で、符号1は光増幅中継器、符号2aは第1の光増幅器、符号2bは第2の光増幅器、符号3aは第1の光カプラ、符号3bは第2の光カプラ、符号4aは第1の光減衰器、符号4bは第2の光減衰器である。上り方向光ファイバ伝送路と下り方向光ファイバ伝送路は、互いに対向回線を構成する。

【0003】図9は、図8に示す装置の動作を示すブロック図で、図9において図8と同一符号は同一部分を示し、上り方向光ファイバ伝送路を伝送される主信号光は

$\lambda_1 \sim \lambda_4$ の4波長の光信号が波長多重され、それに波長 $\lambda_{s v 1}$ の監視信号光が加えられている。上り方向光ファイバ伝送路上の光信号が、第1の光カプラ3a、第1の光減衰器4a、第2の光カプラ3bを経て、下り方向光ファイバ伝送路へ出力される。この下り方向光ファイバ伝送路へ送出された監視信号光を、上り方向光ファイバ伝送路送信端末で受信測定して伝送路の監視を行っている。

【0004】図9について説明した監視方法では次に述べるような問題がある。すなわち第1の光カプラ3a、第1の光減衰器4a、第2の光カプラ3bにおける損失は、各波長に対してほぼ等しいので、上り方向光ファイバ伝送路上の各波長の光信号は強さの割合が殆ど変わらずに下り方向光ファイバ伝送路へ転送され、上り方向光ファイバ伝送路から下り方向光ファイバ伝送路へ転送された主信号光が、下り方向光ファイバ伝送路を伝送される主信号光に干渉して、その雑音対信号比を低下させることになる。なおこの雑音対信号比の低下を防ぐには、上り方向光ファイバ伝送路から下り方向光ファイバ伝送路へ転送される主信号光の強さを充分に弱くすれば良いが、このようにすると上り方向光ファイバ伝送路から下り方向光ファイバ伝送路へ転送される監視信号光の強さも弱くなり、この監視信号光を受信測定するため高精度な受信回路が必要になるという問題がある。

【0005】また、本発明の先行技術として、特開平8-181656号公報で開示された「光波長多重通信伝送路の監視装置」と題する発明（以下文献2という）がある。図10は文献2の光増幅中継器の構成を示すブロック図であって、図10において、図8と同一符号は同一又は相当部分を示し、同様に動作するので重複した説明は省略する。尚、この明細書の総ての図面を通じ、同一符号は同一又は相当部分を示し、この明細書全体を通じて、重複した説明は省略する。図10において、20aは第1の光バンドパスフィルタ、20bは第2の光バンドパスフィルタである。これらの光バンドパスフィルタは監視信号光だけを通過させるように設計されている。

【0006】図11は図10の光増幅中継器1の動作を説明するためのブロック図で、図9に示す文献1の動作と比較すると、上り方向光ファイバ伝送路から下り方向光ファイバ伝送路へ転送される主信号光の強さは、光バンドパスフィルタの選択性のため減衰することができるが、監視信号光と近接した波長の主信号光の減衰は充分に行えないという問題がある。その理由は、光バンドパスフィルタの透過帯域を充分に尖鋭にすることが困難なためであり（図11の光フィルタの透過率参照）、すなわち監視信号光に波長が隣接した主信号光が漏れて下り方向光ファイバ伝送路へ転送され、この下り方向光ファイバ伝送路を伝送される主信号光に干渉してその特性を劣化させるという問題がある。この特性劣化を避けるた

めには、監視信号光の波長を主信号光の波長から遠ざけて配置することが必要になるが、こうすると光増幅器の増幅波長帯域を広くしなければならない。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述のような従来の装置における問題点を解決し、上り方向光ファイバ伝送路から監視信号光だけが下り方向光ファイバ伝送路に転送される光増幅中継器を提供することを目的とする。また本発明の他の目的は、従来の装置では光増幅器の出力側からだけ監視信号光を対向回線に転送したのに対し、光増幅器の出力側と入力側との双方から監視信号光を対向回線に転送する光増幅中継器を提供することにある。更に本発明の他の目的は、従来の装置では上り方向光ファイバ伝送路と下り方向光ファイバ伝送路との間の折り返し回路を2本の光伝送路で接続しているが、これを1本に減らすことのできる光増幅中継器を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するため、本発明の光増幅中継器では波長選択性を尖鋭にすることができる光反射手段、例えば光グレーティングを使用し、監視信号光だけを反射させ、この反射した監視信号光を対向回線へ転送することとした。すなわち、本発明の光増幅中継器は、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、前記転送手段は、前記第1の光増幅器の出力側に挿入された第1の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の出力側に挿入された第2の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器出力側転送手段を備えたことを特徴とする。

【0009】また前記第1の光反射手段は上り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第2の光反射手段は下り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第1の光増幅器と前記第1の光反射手段の間に第1の光カプラが挿入され、前記第2の光増幅器と前記第2の光反射手段の間に第2の光カプラが挿入され、前記第1の光反射手段で反射された監視信号光は前記第1の光カプラでその2次側伝送路に分岐されて、前記第1の光カプラの2次側伝送路と前記第2の光カプラの2次側伝送路とを接続する光伝送路を介して前記第2の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第2の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送されることを特徴とする。

反射された監視信号光は前記第2の光カプラでその2次側伝送路に分岐されて、前記第1の光カプラの2次側伝送路と前記第2の光カプラの2次側伝送路とを接続する光伝送路を介して前記第1の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第1の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送されることを特徴とする。

【0010】また前記第1の光反射手段は前記第1の光増幅器の出力側に設けられる第1の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第2の光反射手段は前記第2の光増幅器の出力側に設けられる第2の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第1の光反射手段で反射された監視信号光は前記第1の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第2の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第2の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第2の光反射手段で反射された監視信号光は前記第2の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第1の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第1の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送されることを特徴とする。

【0011】また、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、前記転送手段は、前記第1の光増幅器の入力側に挿入された第3の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の入力側に挿入された第4の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器入力側転送手段を備えたことを特徴とする。

【0012】また前記第3の光反射手段は上り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第4の光反射手段は下り方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、前記第3の光反射手段で反射された監視信号光は1段前段（上り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して下り方向光ファイバ伝送路に転送され、前記第4の光反射手段で反射された監視信号光は1段前段（下り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して上り方向光ファイバ伝送路に転送されることを特徴とする。

【0013】また前記第3の光反射手段は前記第1の光増幅器の入力側に設けられる第3の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第4の光反射手段は前記第2の光増幅器の入力側に設けられる第4の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第3の光反射手段で反射され前記第3の光カプラで前記上り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（上り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して下り方向光ファイバ伝送路に転送され、前記第4の光反射手段で反射され前記第4の光カプラで前記下り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（下り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して上り方向光ファイバ伝送路に転送されることを特徴とする。

【0014】また、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、前記転送手段は、前記第1の光増幅器の出力側に挿入された第1の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の出力側に挿入された第2の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器出力側転送手段と、前記第1の光増幅器の入力側に挿入された第3の光反射手段により反射された監視信号光を前記第2の光増幅器の出力側に転送し、前記第2の光増幅器の入力側に挿入された第4の光反射手段により反射された監視信号光を前記第1の光増幅器の出力側に転送する光増幅器入力側転送手段を備えたことを特徴とする。

【0015】また前記第1の光反射手段は前記第1の光増幅器の出力側に設けられる第1の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第2の光反射手段は前記第2の光増幅器の出力側に設けられる第2の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第1の光反射手段で反射された監視信号光は前記第1の光カプラの2次側伝送路から、前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第2の光カプラの2次側伝送路に入り、ここで前記第2の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第2の光反射手段で反射された監視信号光は前記第2の光カプラの2次側伝送路から、

前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を介して前記第1の光カプラの1次側伝送路に入り、ここで前記第1の光カプラの1次側伝送路に光結合されて転送され、前記第3の光反射手段は前記第1の光増幅器の入力側に設けられる第3の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第4の光反射手段は前記第2の光増幅器の入力側に設けられる第4の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続され、前記第3の光反射手段で反射され前記第3の光カプラで前記上り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（上り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して下り方向光ファイバ伝送路に転送され、前記第4の光反射手段で反射され前記第4の光カプラで前記下り方向光ファイバ伝送路を逆方向に進行するよう分岐された監視信号光は1段前段（下り方向光ファイバ伝送路から見て）の光増幅中継器内の前記第1の光カプラと前記第2の光カプラを介して上り方向光ファイバ伝送路に転送されることを特徴とする。

【0016】また、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第1の光増幅器と、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される主信号光と監視信号光とを増幅する第2の光増幅器と、上り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を下り方向光ファイバ伝送路上へ転送し、下り方向光ファイバ伝送路上を伝送される監視信号光の一部を上り方向光ファイバ伝送路上へ転送する転送手段とを有する光増幅中継器において、前記転送手段は、前記第1の光増幅器の出力側に設けられる第1の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第1の光反射手段、前記第2の光増幅器の出力側に設けられる第2の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第2の光反射手段、前記第1の光増幅器の入力側に設けられる第3の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第3の光反射手段、前記第2の光増幅器の入力側に設けられる第4の光カプラの2次側伝送路の順方向出力ポートに接続される第4の光反射手段、前記第4の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第1の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路、前記第2の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートと前記第3の光カプラの2次側伝送路の逆方向出力ポートとを接続する光伝送路を備えたことを特徴とする。

【0017】また前記各光反射手段は光グレーティングで構成されることを特徴とする。

【0018】また前記各光グレーティングは光ファイバグレーティングで構成されることを特徴とする。

【0019】また前記各光グレーティングは光導波路グ

レーティングで構成されることを特徴とする。

【0020】また前記各光グレーティングが光カプラの2次側伝送路に接続されるとき、光減衰器と直列に接続され、他端は無反射終端部で終端されることを特徴とする。

【0021】また前記各光グレーティングの一部又は全部が反射波長の異なる複数の光グレーティングの縦続により構成されることを特徴とする。

【0022】また前記第1の光反射手段の反射波長と前記第3の光反射手段の反射波長、及び前記第2の光反射手段の反射波長と前記第4の光反射手段の反射波長は互いに異なるよう設定されることを特徴とする。

【0023】また前記第1の光反射手段の反射波長は前記第2の光反射手段の反射波長と異なるよう設定されることを特徴とする。

【0024】また前記各光カプラはその1次側伝送路は前記上り（又は下り）光ファイバ伝送路に直列に挿入され、1次側伝送路を伝送される光が2次側伝送路に結合して分岐し、2次側伝送路で接続先のないポートは無反射終端部で終端され、2次側伝送路を伝送される光が1次側伝送路に結合して分岐することを特徴とする。

【0025】さらに前記監視信号光は適宜の変調を受けた被変調光であることを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施形態を示すブロック図である。図1において、符号3cは第3の光カプラ、符号3dは第4の光カプラ、符号4cは第3の光減衰器、符号4dは第4の光減衰器、符号5aは第1の光反射手段（光反射手段は例えば光グレーティングで構成される）、符号5bは第2の光反射手段、符号5cは第3の光反射手段、符号5dは第4の光反射手段、符号6a、6b、6c、6dはそれぞれ無反射終端部を示す。図1からも明らかなように、上り方向と下り方向は互いに対称になっているので、以下この明細書全文を通じての説明では、上り方向の監視信号光の下り方向光ファイバ伝送路への転送についてだけ説明する。

【0027】以下説明の便宜のため、各光カプラで、主信号光の伝送路を1次側伝送路と言い、この1次側伝送路に光結合した伝送路を2次側伝送路と言うことにする。1次側伝送路は、上り（又は下り）方向光ファイバ伝送路に直列に挿入され、上り（又は下り）方向光ファイバ伝送路上を伝送される信号光と同一方向の光信号光が2次側伝送路に分岐される。分岐された光信号光が出力するポートを、2次側伝送路の順方向出力ポートと言い、その逆側のポートを2次側伝送路の逆方向出力ポートと言うことにする。図2は、図1に示す光増幅中継器1の動作を説明するためのブロック図であって、光カプラ3cの作用を説明する必要から前段（上り方向に関して）の光増幅中継器1-1と後段（上り方向に関して）

の光増幅中継器1-2の2段接続を示してある。

【0028】前段の光増幅中継器1-1の第1の光カプラ3aの2次側伝送路には、結合された主信号光と監視信号光とが1次側伝送路の光の進行方法と同一方向に進行し、順方向出力ポートから出力して、第1の光減衰器4aを経て第1の光反射手段5aに入る。ここで主信号光は光反射手段5aを通過し、無反射終端部6aで拡散されて消失する。また監視信号光は光反射手段5aで反射されて、光カプラ3aの2次側伝送路の逆方向出力ポートから光カプラ3bの2次側伝送路の逆方向出力ポートを経てその2次側伝送路を順方向に通過し、1次側伝送路に結合されて転送される。

【0029】次に後段の光増幅中継器1-2の第3の光カプラ3cの作用について説明する。後段の光増幅中継器1-2の第1の光増幅器2aの入力側の主信号光と監視信号光とは、第3の光カプラ3cによってその2次側伝送路に結合され、第3の光減衰器4c、第3の光反射手段5c、第3の無反射終端部6c方向へ進み、監視信号光だけが反射されて光カプラ3cの2次側伝送路内を逆方向に進行し、光カプラ3cの1次側伝送路に逆方向に進行する監視信号光が分岐され、上り方向光ファイバ伝送路を逆行して前段の光増幅中継器（1-1）に入り、第1の光カプラ3a、第2の光カプラ3bを介して下り方向光ファイバ伝送路の方向へ出力される。

【0030】図3は本発明の監視方法の一実施形態を示すブロック図であり、図において、符号7、8は送受信端局装置、9は光ファイバ伝送路、10は光送信機、11は合波用の光カプラ、12、13は光増幅器、14は分波用の光カプラ、15は光バンドパスフィルタ、16は光受信器、17、18は分岐用の光カプラ、19は伝送路監視装置である。図3の構成でも、上り方向光ファイバ伝送路と下り方向光ファイバ伝送路とは互いに対称になっているので、光送受信端局7から光送受信端局8に到る上り方向光ファイバ伝送路に対してだけ説明する。また光増幅中継器1-1、1-2の動作については、既に図2について説明しているので重複した説明は省略する。

【0031】光送受信端局7内の各光送信機10はそれぞれ異なる波長の光を発生し、これらの光がそれぞれ異なる信号（DATA1～DATA4）により変調される（例えばPCM変調）。これら光送信機10からの出力が光カプラ11により合波されて波長多重の主信号光となり、光増幅中継機1を経て光送受信端局8に入り、光増幅器13で増幅され、光カプラ14で分波され、各光バンドパスフィルタ15によりそれぞれの波長の主信号光に分離され、それぞれの光受信器16で受信検波されて信号（DATA1～DATA4）が再生される。

【0032】一方、監視信号光は伝送路監視装置19により送信され、光カプラ17で光ファイバ伝送路9上の主信号光と合波される。この監視信号光は図2について

説明したように下り方向伝送路に一部転送され、光カプラ 1 8 で分岐されて伝送監視装置 1 9 に入る。伝送監視装置 1 9 では、送信した監視信号光と受信した監視信号光の強度振幅、位相、周波数、時間差情報に基づき、それぞれの光増幅中継器 1 が正常に動作しているか否かを監視する。

【0033】図 4 は、図 3 の伝送路監視装置 1 9 で観察した監視信号光強度の時間的変化を示す動作タイムチャートである。ところで、図 1 の第 1 の光反射手段 5 a と第 3 の光反射手段 5 c との反射波長を同一にしておくと、第 1 の光増幅器 2 a の出力点で返送される監視信号光と、第 1 の光増幅器 2 a の入力点で返送される監視信号光とを区別することが困難になるので、第 1 の光反射手段 5 a の反射波長  $\lambda_{sv11}$  と第 3 の光反射手段 5 c との反射波長  $\lambda_{sv12}$  とは異なる波長にしておく方が便利である。監視信号光として波長  $\lambda_{sv11}$  を使用すると第 3 の光反射手段 5 c は透過して、第 1 の光増幅器 2 a の入力点で返送される監視信号光はなくなり、第 1 の光増幅器 2 a の出力点で返送される監視信号光だけが得られる。また監視信号光として波長  $\lambda_{sv12}$  を使用すると第 1 の光反射手段 5 a は透過して、第 1 の光増幅器 2 a の出力点で返送される監視信号光はなくなり、第 1 の光増幅器 2 a の入力点で返送される監視信号光だけが得られる。

【0034】図 4 はこのようにして得られた監視信号光の強さを示すもので、図面に監視光 1 と記してあるのは波長  $\lambda_{sv11}$  の監視信号光を、監視光 2 と記してあるのは波長  $\lambda_{sv12}$  の監視信号光を示す。波長  $\lambda_{sv11}$  の監視信号光と波長  $\lambda_{sv12}$  の監視信号光を同時に伝送し、伝送路監視装置 1 9 内で光フィルタにより分離して測定してもよい。図 4 では、光増幅器 2 a の出力側と入力側との監視信号光の強さの比が正確に測定できることを表している。

【0035】以上は好適な実施形態について本発明を説明したが、本発明では多種、多様の変形が可能である。例えば図 1 に示す実施形態では、光反射手段（5 a、5 b、5 c、5 d）は総て光カプラ（3 a、3 b、3 c、3 d）の 2 次側伝送路に接続しているが、これを上り方向及び下り方向の光ファイバ伝送路に直接挿入することとしてもよい。但し、この場合は監視信号光の一部だけを反射するように設計する。図 5 は本発明の他の実施形態を示すブロック図で、図 5 の光反射手段（5 a、5 b、5 c、5 d）は図 1 の同一符号の光反射手段と同一機能を達成できることは言うまでもない。またこの場合、第 1 の光カプラ 3 a と第 2 の光カプラ 3 b の 2 次側伝送路は共に無反射終端部 6 a、6 b で終端される。

【0036】また図 1 に示す実施形態では、第 3 の光反射手段で反射された監視信号光は 1 段前段の光増幅中継器 1 で対向回線を構成する伝送路へ転送されたが、この転送を当該光増幅中継器 1 内で実行するよう構成しても

よい。図 6 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図 6 では第 4 の光カプラ 3 d を設け、第 3 の光反射手段 5 c で反射された監視信号光を第 4 の光カプラ 3 d を経て下り方向光ファイバ伝送路へ転送する。同様に、第 4 の光反射手段 5 d で反射された監視信号光は第 1 の光カプラ 3 a を介して上り方向光ファイバ伝送路に転送される。

【0037】図 7 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図 7 は光反射手段が 2 段継続されている例で、光反射手段 5 a に対し光反射手段 5 e が継続され、光反射手段 5 b に対し光反射手段 5 f が継続され、光反射手段 5 c に対し光反射手段 5 g が継続され、光反射手段 5 d に対し光反射手段 5 h が継続されている。この実施形態では、監視信号光の波長選択の自由度が増大し、或は波長の異なる監視信号光を複数転送することが可能になる。

【0038】さらに、本発明の目的を達成するには、光増幅中継器の光増幅器（2 a、2 b）の入力点か出力点かの何れかの点から、監視信号光を対向回線を構成する伝送路に転送すれば足る。図 1 2 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、本実施形態は図 5 の構成から光反射手段 5 a と 5 b を削除したものであり、光増幅器（2 a、2 b）の入力点からだけ、監視信号光を、対向回線を構成する伝送路に転送しているが、この構成で本発明の目的を達成できることは明らかである。

【0039】図 1 3 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図 1 2 において伝送路に直接挿入されていた光反射手段 5 c、5 d を、光カプラ 3 c、3 d を設けてその 2 次側伝送路へ挿入したもので、光カプラの結合損失だけ光グレーティングの反射率を高くしておけば、図 1 2 の回路と同様に動作する。図 1 4 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図 5 の構成から光反射手段 5 c と 5 d を削除したもので、光増幅器（2 a、2 b）の出力点からだけ監視信号光を対向回線を構成する伝送路に転送しているが、この構成で本発明の目的を達成できることは明らかである。図 1 5 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図 1 4 において伝送路に直接挿入されていた光反射手段 5 a、5 b を、光カプラ 3 a、3 b の 2 次側伝送路へ接続したもので、光カプラの結合損失だけ光反射手段の反射率を高くしておけば、図 1 4 の回路と同様に動作する。

【0040】図 1 6 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。図 1 3 の構成では、光反射手段 5 c、5 d で反射された監視信号光は、1 つ前段の光増幅中継器 1 まで戻って対向回線を構成する伝送路へ転送されたが、本実施形態では光カプラ 3 c、3 d を設けて当該光増幅中継器 1 内で対向回線を構成する伝送路へ転送されるようにしたものである。図 1 7 は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図 1 6 において伝送路に直接挿入されていた光反射手段 5 c、5 d を、光カプラ

ラ3 c、3 dの2次側伝送路へ接続したもので、光カプラの結合損失だけ光反射手段の反射率を高くしておけば、図16の構成と同様に動作する。

【0041】図18は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図16の回路が光増幅器2a、2bの入力点において監視信号光の一部を光反射手段(5c、5d)で反射させているのに対し、本実施形態では光増幅器2a、2bの出力点において監視信号光の一部を光反射手段(5c、5d)で反射させる構成としている点が異なる。また、図19は本発明の更に他の実施形態を示すブロック図で、図18において伝送路に直接挿入されていた光反射手段5c、5dを、光カプラ3a、3bの2次側伝送路へ挿入した点が異なる。

【0042】なお本発明に使用される光反射手段は光グレーティングであり、光グレーティングは光ファイバグレーティングまたは光導波路グレーティングを使用し、反射率の波長特性を尖鋭なものとすることができる。更に上り方向光ファイバ伝送路に使用する監視信号光の波長と下り方向光ファイバ伝送路に使用する監視信号光の波長とは同一波長にすることも異なる波長にすることもできる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、光グレーティングで監視信号光だけを反射して対向回線に転送するようにしたので、主信号光に影響を与えずに監視信号光を転送することができる。また、光グレーティングは反射波長帯域を尖鋭にすることが出来るので、監視信号光の波長を主信号光の波長に近接させることができ。更に、光増幅器の出力側と入力側の双方から監視信号光を対向回線に転送することができるので、光増幅器の入力パワー、その出力パワー、および增幅利得を監視することができるようになる等の効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】図1の光増幅中継器の動作を説明するためのブロック図である。

【図3】本発明の光増幅中継器を用いた伝送路の監視方法の一実施形態を示すブロック図である。

【図4】端局で観察される転送された監視信号光の波形を示す動作タイムチャートである。

【図5】本発明の他の実施形態を示すブロック図である。

【図6】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

ある。

【図7】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図8】従来の技術の一例を説明するためのブロック図である。

【図9】図8に示す装置の動作を説明するためのブロック図である。

【図10】従来の技術の他の一例を説明するためのブロック図である。

【図11】図10の光増幅中継装置の動作を説明するためのブロック図である。

【図12】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図13】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図14】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図15】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図16】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図17】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図18】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

【図19】本発明の更に他の実施形態を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

1、1-1、1-2 光増幅中継器

2a 第1の光増幅器

2b 第2の光増幅器

3a 第1の光カプラ

3b 第2の光カプラ

3c 第3の光カプラ

3d 第4の光カプラ

4a、4b、4c、4d 光減衰器

5a 第1の光反射手段

5b 第2の光反射手段

5c 第3の光反射手段

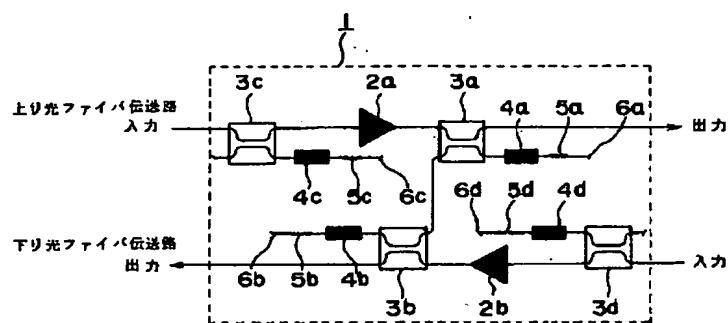
5d 第4の光反射手段

5e、5f、5g、5h 光反射手段

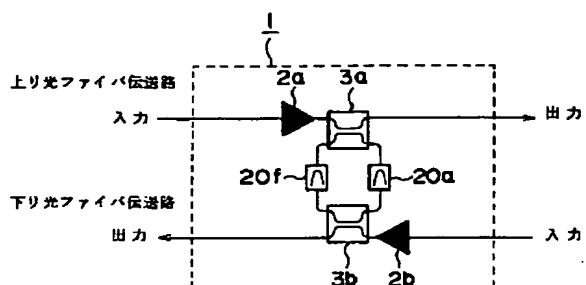
6a、6b、6c、6d 無反射終端部

19 伝送路監視手段

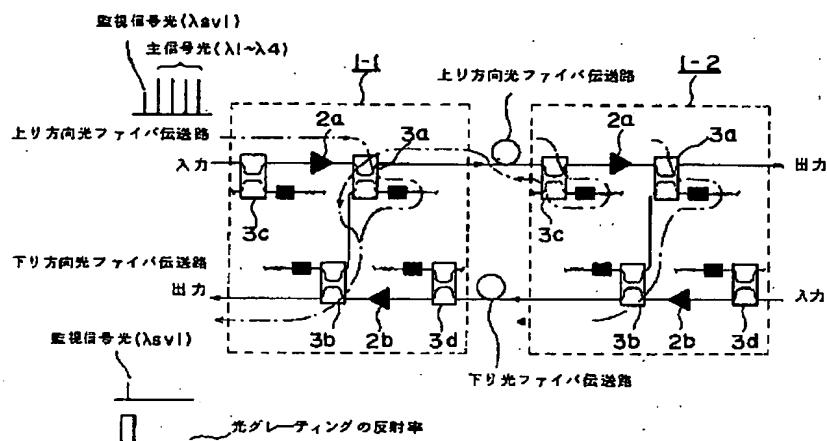
【図1】



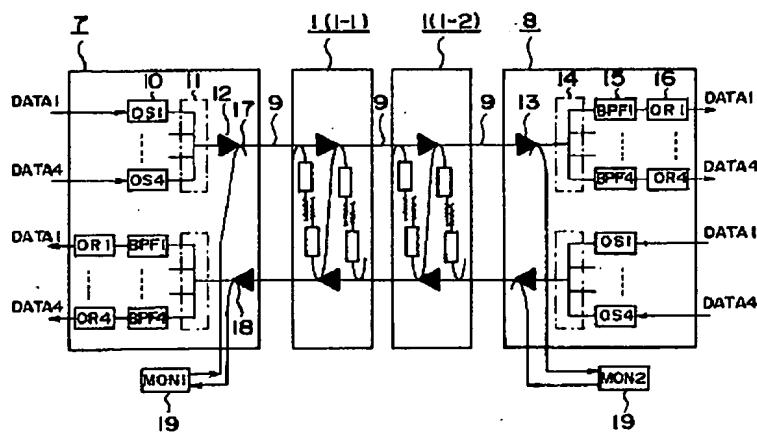
【図10】



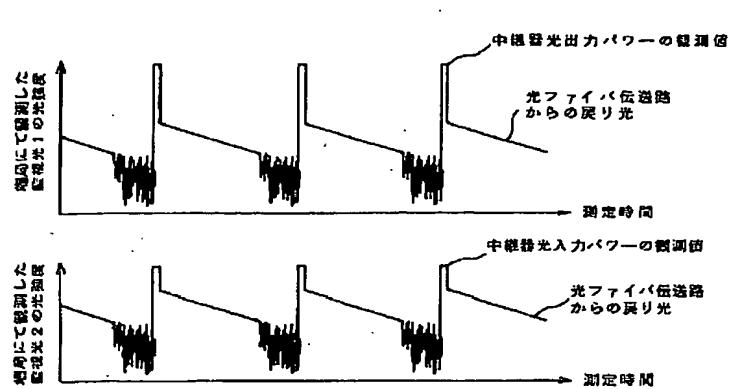
【図2】



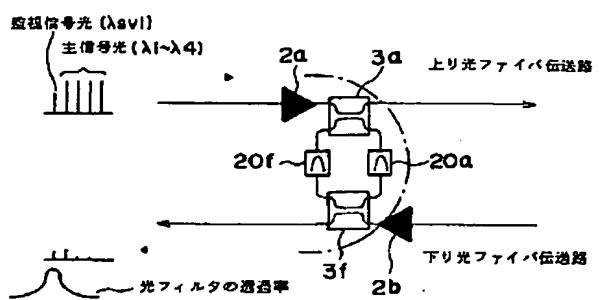
【図3】



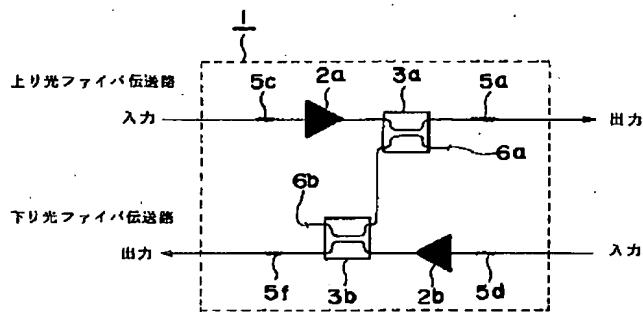
【図4】



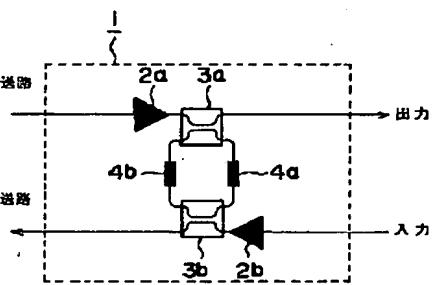
【図11】



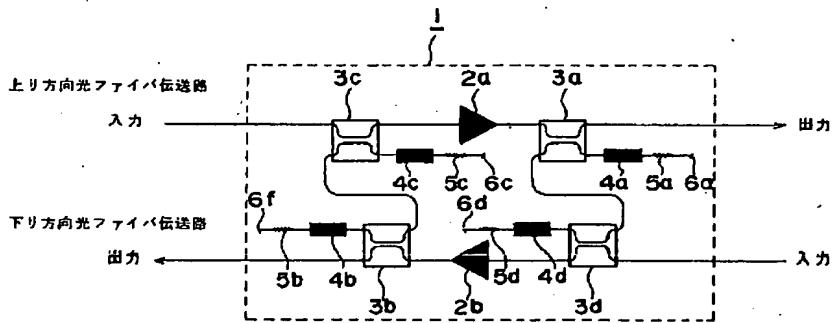
【図5】



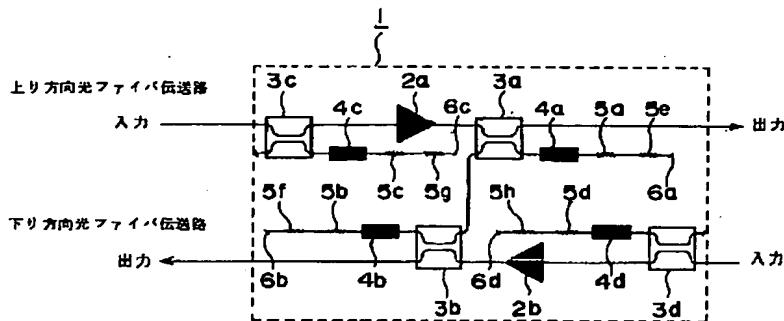
【図8】



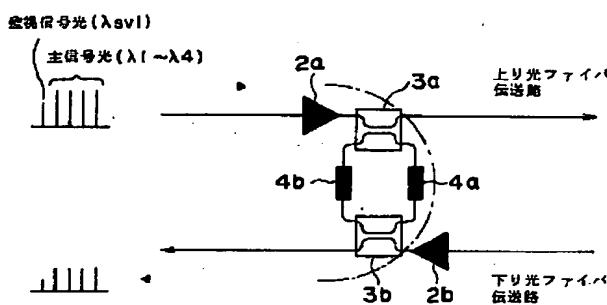
【図6】



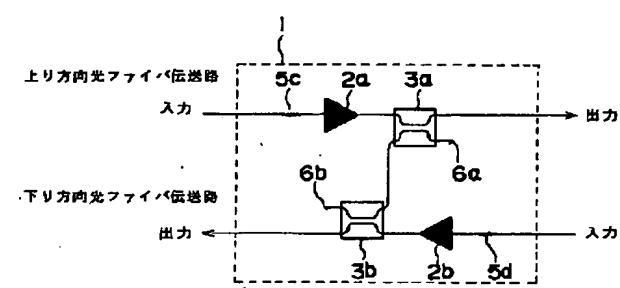
【図 7】



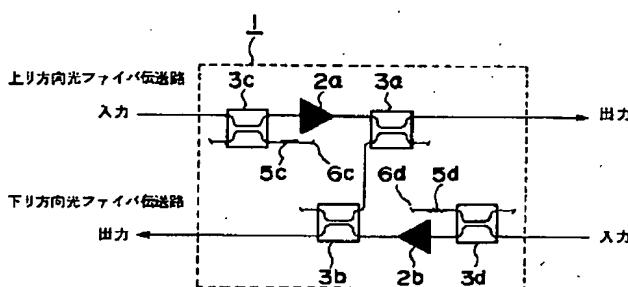
【図 9】



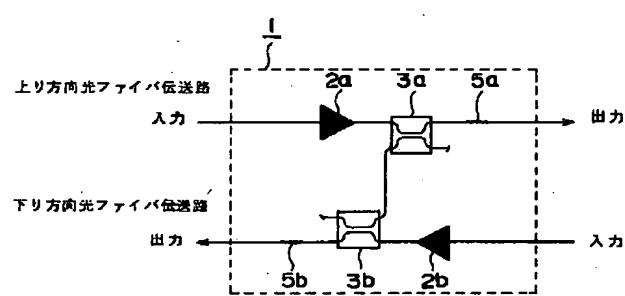
【図 12】



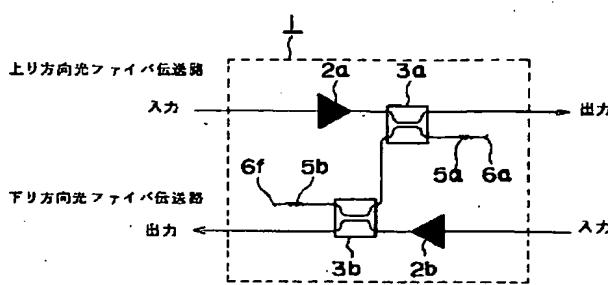
【図 13】



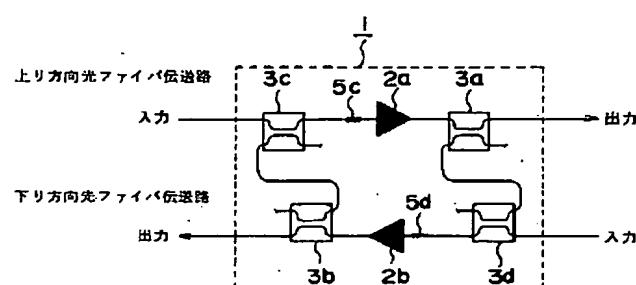
【図 14】



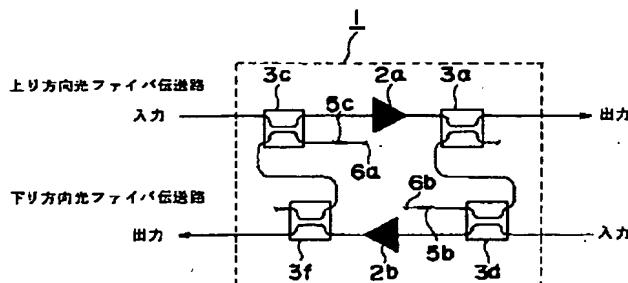
【図 15】



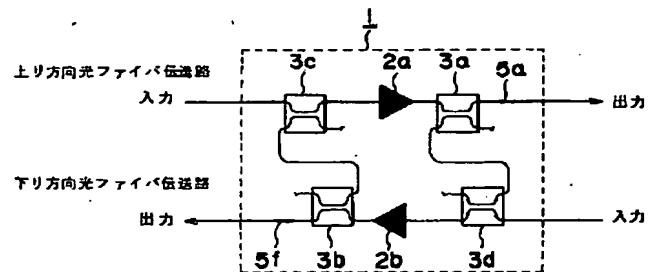
【図 16】



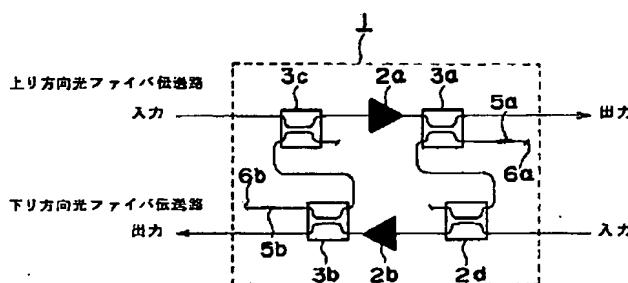
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 青木 ▲恭▼弘  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 米山 賢一  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

F ターム(参考) 5K002 AA06 BA05 BA21 CA02 CA13  
EA06 EA32 FA01 GA03  
5K042 AA03 CA10 CA15 EA04